

Effets des dommages consécutifs au verglas de janvier 1998 sur la coulée de l'érable à sucre

Projet réalisé en Montérégie-ouest

durant les printemps 1998 et 1999

Par

André Vézina, professeur, I.T.A . de La Pocatière
(vezlor@globetrotter.qc.ca)

et

Marcel Moreau, t.d.a., B.R.A., . Côteau-du-Lac
(marcel.moreau@agr.gouv.qc.ca)

Octobre 1999

Remerciements

Ce projet a été initié en janvier 1998 par M. Pierre Filion, technicien agricole oeuvrant au bureau de renseignements agricoles de Huntingdon et par M. Serge Beaulieu, président du syndicat des acériculteurs de St-Jean-Valleyfield.

Nous aimerions également remercier MM. Stanley Lalonde et Yvon Vincent, les propriétaires des érablières étudiées, pour leur grande collaboration sans laquelle ce projet n'aurait pu être réalisé.

Nous aimerions finalement la direction régionale de la Montérégie, secteur ouest, pour son appui financier au projet.

1. Introduction

Le verglas de janvier 1998 a engendré beaucoup d'inquiétude parmi les producteurs acéricoles qui ont craint de voir leur production de sirop chuter considérablement. On a eu droit à plusieurs hypothèses qui tentaient de prédire l'impact de ce sinistre sur la production acéricole, mais on ne disposait d'aucun résultat dans la littérature pour confirmer ou infirmer ces hypothèses.

Ce projet a été mis sur pied afin de vérifier s'il y a une relation entre le pourcentage de cime brisée par le verglas et deux facteurs à la base de la production de sirop d'érable : la quantité d'eau récoltée et sa teneur en sucre.

Ce projet a débuté en février 1998 et devrait se poursuivre sur une période de cinq ans. Le rapport suivant présente les résultats des deux premières années.

2. Description des sites

Cette étude se déroule dans une région durement touchée par le verglas, dans l'ouest de la Montérégie (fig. 1). Le site 1, est situé à Havelock, dans une érablière de 7000 entailles appartenant à M. Yvon Vincent. Cette érablière a été très affectée par le verglas comme en témoigne le pourcentage de cime brisée qui est en moyenne de 75%. L'altitude moyenne de l'érablière est de 100 mètres et sa pente moyenne est de 10% avec une exposition nord. L'érablière repose sur des sables graveleux de Grande Ligne, de pH variant entre 5,6 et 6,0 et dont le drainage est excessif (Mailloux et Godbout, 1954). Cette érablière origine d'une coupe à blanc effectuée au début des années quarante.

Le site 2, est situé à Ormstown, dans une érablière de 1800 entailles appartenant à M. Stanley Lalonde. Le pourcentage moyen de cime affectée se situe entre 40 et 60%. L'altitude moyenne de l'érablière est de 50 mètres et sa pente moyenne est de 5% avec une exposition nord. Elle repose sur des limons sablo-graveleux caillouteux de Perrot, pourvus d'un bon drainage et dont le pH varie entre 5,1 et 6,0 (Mailloux et Godbout, 1954). Cette érablière est exploitée depuis au moins le début du siècle selon les dires de l'actuel propriétaire et n'aurait pas subi de perturbations majeures.



Figure 1- Localisation des sites étudiées

Les dispositifs expérimentaux varient d'un site à l'autre à cause des différences au niveau des peuplements forestiers et des systèmes de récolte. Afin de faciliter la lecture et la compréhension des résultats, les dispositifs expérimentaux et les résultats de chaque site sont décrits dans des sections distinctes.

3. Dispositif expérimental et résultats du site 1

3.1 Dispositif expérimental

Dans le site 1, 20 érables à sucre (*Acer saccharum*, Marsh) de diamètre compris entre 20 et 35 cm ont été entaillés pour chacune des 4 classes établies par le Ministère des Ressources Naturelles du Québec (MRN), soient 0-20%, 21-40%, 41-60% et 61-100%. Le dhp moyen de la classe 0-20 est de 21 cm, ce qui est inférieur à ceux des autres classes qui varient entre 25 et 26 cm.

Tableau 1- Moyennes, par classe de dommage, des dhp et des taux de cime affectés des érables du site 1.

	0-20		21-40		41-60		61-100	
	dhp (cm)	% cime affectée	dhp (cm)	% cime affectée	dhp (cm)	% cime affectée	dhp (cm)	% cime affectée
Moyenne	21	10	26	33	25	49	25	81
Étendue	20-24	0-20	20-32	21-40	20-30	45-60	20-35	65-95
Écart-type	2	7	4	5	3	5	4	11

Tous les arbres étudiés se trouvaient dans un même secteur, sur des sites comparables, tant au niveau du sol, de la pente ou de la composition floristique. L'eau a été récoltée à l'aide de seaux munis de couvercles pour 3 événements de coulée en 1998 et pour 6 événements en 1999.

Le volume d'eau récoltée a été mesuré à l'aide d'un récipient gradué, précis à 0,1 litre près. La teneur en sucre de l'eau a été mesurée à l'aide d'un réfractomètre précis à 0,1 degrés Brix près. L'intensité de dommages par le verglas pour chaque érable étudié a été évaluée à l'œil nu par deux techniciens qui partageaient leur estimation afin de dégager un consensus (tab. 1). Les diamètres à hauteur de poitrine (dhp) ont été mesurés à l'aide d'un compas forestier précis au centimètre près.

3.2.1 Volume d'eau récoltée

Les volumes totaux par entaille à chaque événement ainsi que les volumes totaux par entaille pour la saison ont été compilés afin d'établir des moyennes par classe de dommage.

Les volumes d'eau récoltée en 1998 (tab. 2) sont très faibles, cela correspond à un rendement théorique légèrement supérieur à 0,5 lb/entaille. Cela s'explique par un entaillage tardif et surtout par des conditions climatiques qui ne favorisaient pas la coulée. Selon M. Yvon Vincent, qui exploite cette érablière depuis 20 ans, l'année 1999 (tab. 3) se rapproche plus d'une année normale, avec un rendement d'environ 2 lbs/entaille.

Tableau 2- Volumes d'eau moyens (litres/entaille) dans les 4 classes de dommages en 1998, site 1.

Classe	25-mars	28-mars	08-avr	total	% p/r à la classe 0-20
0-20	2,8	3,0	0,8	6,6	100
21-40	3,6	3,2	0,9	7,7	117
41-60	3,6	3,6	1,0	8,2	124
61-100	2,7	3,3	0,9	6,9	104

Les volumes d'eau moyen par entaille ne varient pas significativement d'une classe de dommages à l'autre, en 1998 et en 1999. On observe toutefois un déclin de 1998 à 1999 des volumes d'eau récoltée dans les classes 21-40, 41-60 et 61-100 lorsqu'ils sont exprimés par rapport aux volumes de la classe 0-20. Par exemple, le rapport entre les classes 61 et plus et la classe 0-20 passe de 104 % en 1998 à 86 % en 1999.

Tableau 3- Volumes d'eau moyens (litres/entaille) dans les 4 classes de dommages en 1999, site 1.

classe	17-mars	23-mars	26-mars	29-mars	04-avr	07-avr	total	% p/r à la classe 0-20
0-20	3,0	7,1	5,0	5,7	3,5	5,0	29,3	100
21-40	2,8	7,4	6,1	6,3	3,3	4,0	29,9	102
41-60	3,2	7,1	5,8	6,1	2,9	3,9	29,0	99
61-100	2,6	7,0	5,1	5,0	2,3	3,1	25,1	86

3.2.1.1 Volume d'eau par entaille normalisée

Les diamètres moyens dans la classe 0-20 sont inférieurs de 4 ou 5 cm aux autres classes de dommages (tab.1). On reconnaît en pratique que le volume de coulée est relié positivement au

diamètre. Pour comparer le rendement d'érables de diamètres différents, on utilise le concept du nombre équivalent d'entailles à rendement normalisé (N.E.E.R.N.). On applique l'équation suivante pour transformer l'entaille réelle en entaille normalisée (CPVQ, 1984) :

$$\text{N.E.E.R.N.} = \frac{1 \times (\text{dhp}-10)}{20}$$

Ainsi un arbre de dhp égal à 30 cm compte 1 entaille à rendement normalisé alors qu'un arbre de dhp égal à 20 cm compte 0,5 entaille. Le dhp moyen des érables de la classe 0-20 étant de 21 cm, cela représente 0,55 entaille normalisée. Pour la classe 61-100, le diamètre moyen est de 25 cm, ce qui équivaut à 0,75 entaille normalisée. Par conséquent, en divisant les volumes réels par le nombre d'entailles à rendement normalisé, les rendements sont amplifiés par un facteur plus élevé pour les arbres de la classe 0-20. Cela explique pourquoi les ratios volumes des classes affectées sur le volume de la classe 0-20 diminuent de façon sensible lorsque l'on utilise les rendements normalisés (tab. 4). Il semble se dégager en 1999, une différence plus nette entre les rendements normalisés de la classe la moins affectée et ceux des trois autres classes. Par exemple, les rendements relatifs (p/r à la classe 0-20) de la classe 61-100 passent de 80% à 67% de 1998 à 1999. Les variances élevées à l'intérieur de chaque classe ne permettent pas de dégager de différence significative entre les classes, pour les deux années de l'étude.

Tableau 4- Volumes d'eau totaux des 4 classes de dommages, exprimés en fonction des volumes totaux de la classe 0-20, site 1, 1998 et 1999.

Classe	1998		1999	
	val rel 0-20	val rel 0-20	val rel 0-20	val rel 0-20
	(réelle)	(normalisée)	(réelle)	(normalisée)
0-20	100	100	100	100
21-40	117	82	103	73
41-60	124	95	100	77
61-100	104	80	88	67

Pour vérifier l'effet du diamètre sur la coulée, nous avons mis en relation le volume total d'eau récoltée en 1999 dans le site 1 avec le dhp des 20 arbres sous étude (fig. 2).

En appliquant l'équation suggérée par la courbe de tendance, on obtient des rendements comparables à ceux obtenus en utilisant l'équation du N.E.E.R.N. Cette similitude s'applique seulement au spectre des valeurs de dhp étudiées. Intuitivement, nous ne croyons pas qu'elle se maintienne pour des valeurs de dhp élevées, car les données obtenues dans le site 2 nous indiquent une baisse des rendements à l'entaille pour les arbres de fort diamètre (50 cm et plus).

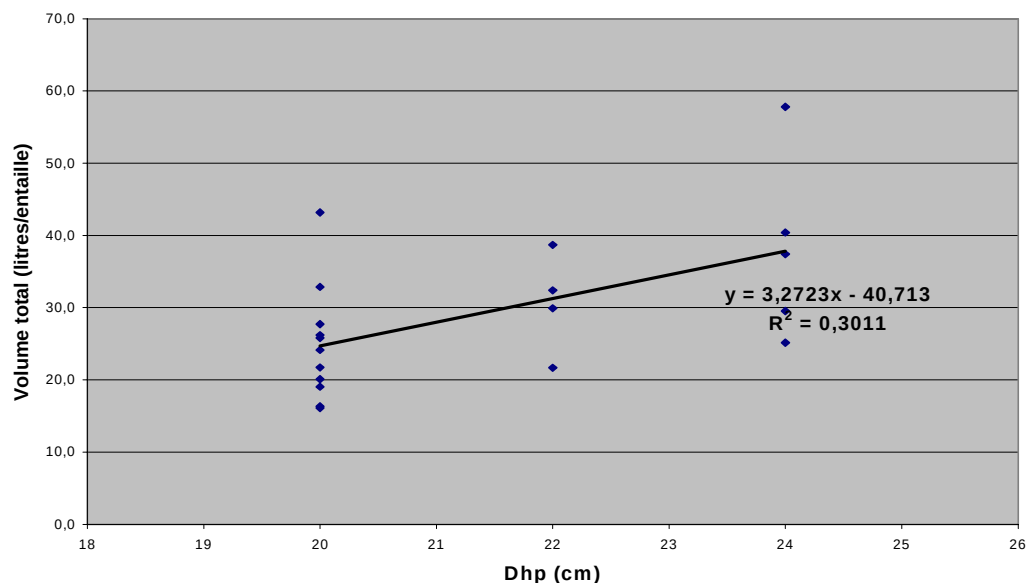


Figure 2- Variation du volume total d'eau d'érable en fonction du dhp, classe 0-20, site 1, 1999

3.2.2 Teneurs en sucre

Les teneurs en sucre ne varient pas significativement d'une classe de dommages à l'autre en 1998 et en 1999. Elles sont en moyenne de 2,8 et de 2,4 degrés Brix pour 1998 et 1999 respectivement (tableau 5).

Tableau 5- Moyennes de teneurs en sucre d'eau (degrés Brix) dans les 4 classes de dommage, site 1, 1998 et 1999

Date	classes de dommage			
	0-20	21-40	41-60	61-100
25-mars	2,4	2,3	2,3	2,3
28-mars	2,8	3,0	2,9	3,0
08-avr	3,0	3,3	3,3	3,4
moyenne 1998	2,7	2,8	2,8	2,8
17-mars	2,6	2,4	2,3	2,3
23-mars	2,0	1,9	1,9	2,3
26-mars	2,7	2,5	2,8	2,7
29-mars	2,3	2,2	2,2	2,2
04-avr	2,6	2,5	2,5	2,7
07-avr	2,2	2,2	2,2	2,5
moyenne 1999	2,4	2,3	2,3	2,5

4. Dispositif expérimental et résultats du site 2

4.1 Dispositif expérimental

L'érablière du site 2 a été divisée en deux blocs, l'un dit jeune où l'on retrouve une forte proportion d'érables de dhp compris entre 20 et 30 cm et l'autre dit vieux où l'on retrouve une majorité d'érables de dhp compris entre 40 et 70 cm. Dans chacun de ces blocs, on a identifié deux classes de dommages, légèrement affectée et sévèrement affectée. Dix érables par classe ont été sélectionnés afin de mesurer le volume d'eau et sa teneur en sucre (tab. 6 et 7).

Dans le bloc jeune, on observe une grande homogénéité entre les érables dans chacune des classes, tant au niveau des diamètres que du pourcentage de cime affectée (tab. 6). Dans la classe légèrement affectée, les érables ont un diamètre moyen de 24 cm et 6% de la cime a été brisée par le verglas. Dans la classe très affectée, le dhp moyen était de 23 cm et le pourcentage de cime brisée de 95% en 1998. Six des érables de la classe très affectée étaient complètement écimés. Ces 'poteaux' ont été coupés, par inadvertance, lors d'une opération nettoyage durant l'automne 1998.

Tableau 6- Moyennes des dhp et des taux de cime affectée des érables dans le bloc jeune, site 2, 1998 et 1999.

	légèrement affecté		très affecté (1998)		très affecté (1999)	
	dhp (cm)	% de cime affectée	dhp (cm)	% de cime affectée	dhp (cm)	% de cime affectée
moyenne	24	6	23	95	22	88
étendue	22-28	0-15	20-30	75-100	20-30	70-100
écart-type	2	7	3	8	3	10

Ils ont été remplacés par des érables dont le pourcentage de cime brisée variait entre 70 et 100%. Suite à ces remplacements, la classe très affectée présentait au printemps 99 une moyenne de dhp de 22 cm et un pourcentage de cime brisée de 88%. Dans le bloc vieux, on a conservé les mêmes érables en 1998 et 1999. Les diamètres sont en moyenne de 47 et 50 cm dans les classes légèrement affectée et très affectée respectivement (tab. 7). Ces classes affichent des pertes de cime de 25 et 73% respectivement.

Tableau 7- Moyennes des dhp et des taux de cime affectée dans le bloc vieux, site 2, 1998 et 1999.

	légèrement affectée		très affectée	
	dhp (cm)	% de cime affectée	dhp (cm)	% de cime affectée
moyenne	47	25	50	73
étendue	30-66	10-35	40-70	65-90
écart-type	11	9	10	8

En 1998, la récolte s'est effectuée comme dans le site 1, avec des chaudières et des couvercles. En 1999, un système de collecte sous-vide a été installé dans l'érablière. Pour récolter l'eau des érables sous étude, on a installé au pied de chacun une tourie qui permettait d'intercepter l'eau sans perte de vide au niveau de l'entaille (fig. 3).

Pour mesurer le volume et la teneur en sucre durant les deux printemps, on a utilisé des instruments comparables à ceux utilisés dans la site 1.

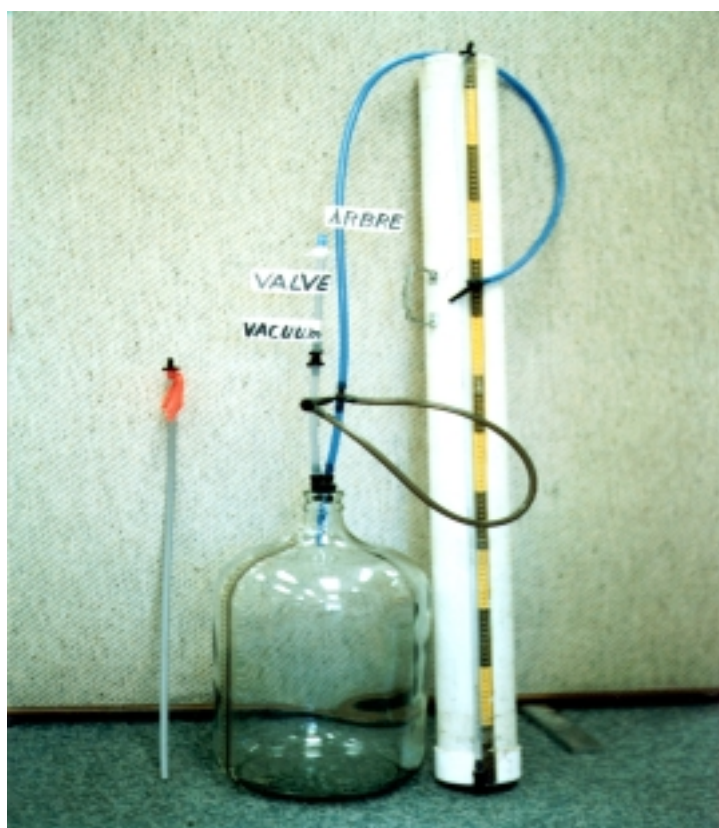


Figure 3- Système de récolte individuel de l'eau d'érable, site 2, 1999

4.2 Résultats du site 2

4.2.1 Volume d'eau récolté-1998

Dans cette érablière, les conditions de coulée ont été plus favorables en 1998 et l'entailage a été plus hâtif que dans le site 1, ce qui explique une récolte plus élevée. On a récolté un volume total moyen de 18,3 litres/entaille pour la classe peu affectée (tab. 8), ce qui représente un rendement d'environ 1,5 lbs/entaille.

Tableau 8- Volumes d'eau moyens (litres/entaille) selon les classes de dommage, bloc jeune, site 2, 1998

Classe de dommage	6-mars	8-mars	9-mars	18-mars	25-mars	total	% p/r à la classe peu affecté	% normalisé en fonction du dhp
peu affectée	4,0	3,3	4,4	1,5	5,2	18,3	100	100
très affectée	1,3	1,4	2,6	0,7	2,8	8,8	48	50

La moyenne des volumes d'eau cumulatifs pour la saison des érables de la classe très affectée correspond à 48% de celle calculée pour les érables de la classe peu affectée. 6 des 10 érables entaillés dans la classe très affectée sont des arbres écimés à 100 %, ce qui a infléchi les mesures de volume vers le bas. En effet, si l'on considère seulement ces 6 arbres, le volume moyen équivalait à 35% du volume moyen des érables de la classe peu affectée. Cet écart important est

peut-être attribuable au fait que tous les poteaux étudiés étaient sectionnés à une hauteur variant entre 4 et 9 m, ce qui a pu réduire l'espace d'emménagement de l'eau. Selon Milburn et O'Malley (1984), l'eau est aspirée dans l'arbre lors du gel à cause de la contraction des gaz contenus dans les fibres du bois. Avec le dégel, les gaz reprennent de l'expansion, ce qui crée une force qui s'additionne à la force gravitationnelle pour expulser l'eau par l'entaille. Même s'ils ont donné moins d'eau, les poteaux ont toutefois coulé durant tout le printemps. Les différences de dhp entre les érables des deux classes de dommages sont faibles, ce qui explique pourquoi les ratios diffèrent peu (50% p/r à 48%) en normalisant les volumes selon le diamètre (tab. 8).

Dans le bloc vieux, le volume d'eau total des érables de la classe très affectée correspond, en 1998, à 99% de celui mesuré pour les érables de la classe peu affectée (tab. 9). En utilisant les volumes par entaille normalisée, ce ratio passe à 87%. Dans les 2 cas, les différences ne sont pas significatives, comme on l'avait observé pour le site 1 durant la même année.

Tableau 9- Volumes d'eau moyens (litres/entaille) selon les classes de dommage, bloc vieux, site 2, 1998

Classe de dommage	6-mars	8-mars	9-mars	18-mars	25-mars	total	% p/r à la classe peu affectée	% normalisé en fonction du dhp
peu affectée	8,7	5,3	7,2	1,5	3,9	26,7	100	100
très affectée	6,1	5,4	8,4	2,7	3,7	26,4	99	87

Outre la température qui influence grandement la coulée, celle-ci serait aussi influencée par la physiologie de l'érable (USDA, 1982). Selon cette même source, des arbres ayant un taux de croissance de 2 à 4 cernes par cm ont produit près de 30% plus de sève que des arbres ayant un taux d'accroissement de 6 à 8 cernes/cm. L'accroissement en diamètre n'a pas été mesuré durant cette étude. Toutefois, on peut supposer qu'une réduction importante du volume de cime devrait s'accompagner d'une réduction de l'accroissement en diamètre et par conséquent du volume de coulée. Les volumes d'eau du printemps 1998 ont été influencés par les accroissements en diamètre des années antérieures au verglas. Cela pourrait expliquer pourquoi on ne trouve pas de différence entre les classes de dommages, sauf dans le cas des arbres dont le tronc a été sectionné.

4.2.2 Volume d'eau récolté-1999

La récolte d'eau a été de beaucoup supérieure en 1999 par rapport à 1998 principalement à cause de l'installation du système de récolte sous-vide. On obtient des volumes totaux de 60,8 litres dans la classe peu affectée (tab. 10), ce qui correspond à un rendement théorique de 5 lbs/entaille. Ces rendements exceptionnels pourraient s'expliquer par le maintien d'un vide régulier grâce au système de récolte individuel utilisé (fig. 3).

Tableau 10- Volumes d'eau moyens (litres/entaille) selon les classes de dommage, bloc jeune, site 2, 1999

classe de dommage	non pondéré		normalisé	
	total	% p/r à la classe peu affectée	total	% p/r à la classe peu affectée
peu affectée	60,8	100	87,0	100
très affectée	39,8	65	63,8	73

Toutefois la différence entre les traitements est moins marquée qu'en 1998 dans le bloc jeune. Le volume moyen des érables de la classe très affectée représente les deux tiers de celui de la classe peu affectée. Cela peut s'expliquer par le remplacement des sujets complètement écimés par d'autres sujets très endommagés mais conservant un minimum de cime, ce qui semblerait suffisant pour stimuler la coulée.

Dans le bloc vieux (tab. 11), on a récolté pour l'ensemble des 10 évènements de coulée un volume moyen de 50,5 litres par entaille dans la classe peu affectée. Le volume moyen obtenu dans la classe très affectée (37,7 litres/entaille) correspond à 75 % de celui obtenu dans la classe peu affectée.

Tableau 11- Volumes d'eau moyens (litres/entaille) selon les classes de dommage, bloc vieux, site 2, 1999

classe de dommage	non pondéré		Normalisé	
	total	% p/r à la classe peu affectée	total	% p/r à la classe peu affectée
peu affectée	50,5	100	56,2	100
très affectée	37,7	75	39,1	70

Les volumes relatifs obtenus, en normalisant selon les diamètres, sont très proches de ceux obtenus avant normalisation puisque les érables des deux classes étudiées ont des diamètres semblables dans les blocs jeune et vieux (tab. 2). Les volumes normalisés de la classe très affectée sont respectivement de 73 et 70% des volumes normalisés de la classe peu affectée dans le bloc jeune et dans le bloc vieux respectivement (tab. 10 et 11). Ces ratios sont semblables à celui observé entre les classes 60-100 et 0-20 dans le site 1, qui est de 67% (tab. 4).

4.3 Teneur en sucre de l'eau récoltée, site 2

Comme dans le site 1, il n'y a pas de différence significative entre les moyennes de teneur en sucre, en 1998 et en 1999. Les teneurs en sucres moyennes varient entre 2,0 et 2,6 degrés Brix. Les teneurs en sucre sont légèrement supérieures dans les classes de dommages peu affectées en 1998 alors que c'est l'inverse en 1999. Il est par conséquent difficile de conclure à un effet du verglas sur ce paramètre. On ne s'attendait pas à une influence sur la teneur en sucre de l'eau mesurée au printemps 1998. Par contre, les résultats de 1999 nous surprennent, car on s'attendait à une baisse des réserves chez les arbres dont la cime a été très affectée et par conséquent à une baisse du taux de sucre. Les travaux de Gregory et Wargo (1986) ont en effet montré que la concentration en sucre de la sève étaient de 11% inférieure chez un peuplement mature qui avait subi une défoliation durant l'été précédent par rapport à une érablière témoin non défoliée. Toutefois, des expériences de défoliation sur de jeunes gaulis d'érable n'ont pas entraîné de diminution de concentration en sucre, malgré une baisse importante des réserves de ces érables.

Tableau 12- Moyennes de teneurs en sucre d'eau (degrés Brix) par classe de dommages dans les blocs jeune et vieux du site 2, 1998 et 1999.

classe de dommage	1998		1999	
	bloc jeune	bloc vieux	bloc jeune	bloc vieux
peu affectée	2,3	2,5	2,4	2,5
très affectée	2,0	2,3	2,6	2,6

5. Conclusion

En 1998, on ne dénote pas d'impact significatif du verglas sur la coulée, sauf pour les érables complètement écimés (poteaux) dont le rendement en eau représentait 35% du rendement des érables de la classe peu affectée. Par contre, en 1999, les volumes d'eau récoltés dans les classes de dommages très affectées représentent environ 70% des valeurs mesurées dans la classe peu affectée et ce, dans les 2 sites étudiés. Cet écart pourrait s'expliquer par une réduction possible de l'accroissement en diamètre chez les érables affectés, phénomène causé par la perte d'une partie importante des cimes lors du verglas de janvier 1998.

Durant les deux premières années de cette étude, on ne décèle pas de différence significative au niveau de la teneur en sucre de l'eau récoltée entre la classe de dommages peu affectée et celle très affectée dans le site 1, comme dans le site 2. On peut se demander si la teneur en sucre de l'eau est un bon indicateur des réserves de l'arbre ou si l'impact de la réduction de cime sur les réserves des érables se fera sentir plus tard ? Les résultats des prochaines années d'étude nous donneront peut-être une réponse à ces questions.

Bibliographie

Mailloux, A. et G. Godbout, 1954. Étude pédologique des sols des comtés de Huntingdon et Beauharnois. Division des sols. Ministère de l'Agriculture. Bulletin technique no 4. 221 p.

CPVQ, 1984. Entaillage des érables. Agdex 300/50. Conseil des Productions végétales du Québec. Ministère de l'Agriculture, des Pêcheries et de l'alimentation du Québec. 8 p.

Gregory, R.A. et P.M. Wargo, 1986. Timing of defoliation and it's effect on bud development, starch reserves and sap sugar concentration in sugar maple. Can. J. For. Res., 16 : 10-17.

Milburn, J.A. et P.E.R. O'Malley, 1984. Freeze-induced sap absorption in *Acer pseudoplatanus* : a possible mechanism. Can. J. Bot. 62 : 2101-2106.

U.S.D.A. , 1982. Sugar maple research : sap production, processing and marketing of maple syrup. Northeastern Forest Experiment Station, General Technical Report Ne-72. 109 p.